

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 159

VALEURS COMPARÉES
DES
DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE LA CAPACITÉ VITALE

(Travail du Laboratoire de physiologie et de l'Institut d'Éducation physique)

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 26 Juillet 1935

PAR

Sicaire-Pierre-Louis-Raymond GUICHARD

Né à LA TESTE-DE-BUCH (Gironde), le 30 novembre 1907.

Examinateurs de la Thèse	{	MM. C. SIGALAS, professeur.....	Président
		RÉCHOU, professeur.....	Juges.
		FABRE, agrégé.....	
		WANGERMEZ, agrégé.....	

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Y. CADORET, DELMAS, SUCCESSEUR

6, Place Saint-Christoly

1935

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 159

VALEURS COMPARÉES
DES
DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE LA CAPACITÉ VITALE

(Travail du Laboratoire de physiologie et de l'Institut d'Éducation physique)

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 26 Juillet 1935

PAR

Sicaire-Pierre-Louis-Raymond GUICHARD

Né à LA TESTE-DE-BUCH (Gironde), le 30 novembre 1907.

Examineurs de la Thèse	{	MM. C. SIGALAS, professeur.....	Président
		RÉCHOU, professeur	Juges.
		FABRE, agrégé.....	
		WANGERMEZ, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ
Y. CADORET, DELMAS, SUCCESEUR
6, Place Saint-Christoly

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. POUSSE, MOURE, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS, BEILLE,
CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON

PROFESSEURS

	MM.		MM.
Clinique médicale.....	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie.....	MANDOUL.
id.....	DUPÉRIÉ.	Médecine expérimentale.....	AUBERTIN.
Clinique chirurgicale.....	BÉGOUIN.	Clinique ophtalmologique.....	TEULIÈRES.
Clinique chirurgicale et gynécologique.....	GUYOT.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie.....	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales.....	CARLES.	Clinique méd. des maladies des enfants.....	CRUCHET.
Clinique d'accouchements.....	ANDÉRODIAS.	Chimie biologique et médicale.....	DELAUNAY.
Anatomie pathol. et microscopie clinique.....	SABRAZÈS.	Physique médicale et pharmaceutique.....	C. SIGALAS.
Anatomie.....	VILLEMEN.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques.....	BONNIN.
Anatomie générale et histologie.....	G. DUBREUIL.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques.....	PETGES.
Hygiène.....	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires.....	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie.....	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales.....	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic.....	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	PORTMANN.
Chimie.....	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée.....	LABAT.
Botanique et matière médicale.....	GOLSE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	CHREYX.
Pharmacie.....	DUPOUY.	Clinique dentaire.....	N.

MM. LACOSTE (Histologie). PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). PAPIN (Chirurgie générale).

R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles). JEANNENEY (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie.....	DUBECQ.	Chirurgie générale.....	CHARRIER.
id.....	DUFOUR.	id.....	LOUBAT.
Physiologie.....	FABRE.	Obstétrique.....	RIVIÈRE.
Médecine générale.....	DAMADE.	Ophtalmologie.....	BEAUVIEUX.
id.....	PIÉCHAUD.	Oto-rhino-laryngologie.....	DESPONS.
id.....	DELMAS-MARSALET.	Dermatologie et syphiligraphie.....	JOULIA.
id.....	DE GRAILLY.	Physique médicale.....	WANGERMÉZ.
id.....	FONTAN.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie.....	VITTE.

COURS COMPLÉMENTAIRES

	MM.		MM.
Physiologie.....	FABRE.	Puériculture.....	FAUGÈRE.
Médecine opératoire.....	PAPIN.	Pharmacie chimique.....	VITTE.
Accouchements.....	PERY.	Zoologie et parasitologie.....	R. SIGALAS.
Pathologie médicale.....	DELMAS-MARSALET.	Botanique.....	GIRARD.

Ophtalmologie..... MM. CABANNES (en congé).

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PERE — A MA MERE

Puisse ma profonde affection les récompenser des immenses sacrifices qu'ils ont faits pour moi.

A MA FEMME

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A TOUS CEUX QUI SE SONT INTERESSES A MOI

A MES MAITRES
DE LA FACULTE ET DES HOPITAUX DE BORDEAUX

A MONSIEUR LE DOCTEUR R. MAHON

*Ex-Chef de Clinique de la Maternité,
Lauréat de l'Académie de médecine,
Accoucheur des Hôpitaux.*

Bien des fois, nous avons mis à contribution ses conseils ou son dévouement pour une personne qui nous est chère, qu'il nous permette de lui adresser ici nos sentiments de vive reconnaissance et nos remerciements les plus chaleureux.

A MONSIEUR LE DOCTEUR H. BLANCHOT

Chirurgien des Hôpitaux.

Remerciements et reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ R. FABRE

*Chargé du Cours complémentaire de physiologie,
Médaille militaire,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

Qui nous inspira le sujet de cette thèse.
Il nous tient à cœur de lui exprimer
ici notre profonde reconnaissance en
retour de l'aimable intérêt qu'il ne cessa
de nous témoigner.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR F. PAPIN

*Chargé du Cours de médecine opératoire,
Chirurgien de l'Hôpital Saint-André,
Membre correspondant de la Société nationale de chirurgie,
Membre de la Société internationale de chirurgie,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

Qu'il veuille bien recevoir l'expression
de notre respectueuse reconnaissance et
de notre profond attachement.

A MON PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR C. SIGALAS

Doyen honoraire de la Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux,

Professeur de physique médicale et pharmaceutique,

Membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique

et du Conseil supérieur de l'Assistance publique,

Correspondant national de l'Académie de médecine,

Commandeur de la Légion d'honneur,

Officier de l'Instruction publique.

Qui a bien voulu nous faire le grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse; qu'il veuille bien recevoir l'expression de notre respectueuse reconnaissance.

VALEURS COMPARÉES

DES

DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE LA CAPACITÉ VITALE

INTRODUCTION

Quand on ouvre un traité de physiologie classique au chapitre de la ventilation pulmonaire, on est frappé par les valeurs numériques qui sont données concernant les différents éléments de la capacité vitale. C'est ainsi qu'il est admis, en se basant sur des moyennes, que la capacité vitale pour un adulte normalement constitué et de taille moyenne est de 3 l. 500 environ, cette capacité se décomposant en divers éléments, à savoir :

Air complémentaire, 1 l. 500;

Air courant, 0 l. 500;

Air de réserve, 1 l. 500.

La somme de ces trois éléments constitue ce qu'on a convenu d'appeler la « capacité vitale d'Hutchinson ».

Ce nombre est important à connaître : il indique la grandeur des conditions physiques de nos échanges respiratoires et, par suite, il constitue une mesure de notre vie, puisque, comme l'a dit Gley, « respirer c'est vivre ».

Il semble qu'il y ait intérêt majeur à comparer la capacité vitale avec les éléments qui entrent dans sa constitution : c'est ainsi que A. Strohl fait remarquer que la capacité vitale ne nous renseigne que sur le volume de l'air maximum qu'un individu pourrait utiliser en faisant à tout instant des inspi-

rations et des expirations forcées. Seul, l'air courant, ou air respiratoire, nous indique ce qu'un individu utilise réellement. L'air complémentaire et l'air de réserve ne constituant que deux marges : les marges de ventilation apparente.

Il est évident que chez l'adulte, comme chez l'enfant, les variations individuelles des divers éléments de la capacité vitale sont considérables : les nombreuses observations recueillies dans ce travail peuvent en témoigner. Ceci n'a rien de surprenant si l'on songe qu'il s'agit, d'une part, d'un phénomène biologique et que, d'autre part, des facteurs, très variables aussi, interviennent dans la détermination de ces chiffres : âge, taille, sexe, poids, conditions extérieures de température, de pression, moment de la journée où les mesures ont été prises, etc., enfin, le coefficient d'appréciation de chaque expérimentateur entre également en ligne de compte. D'ailleurs, nous tenons à mentionner que les chiffres trouvés n'ont qu'une valeur de moyenne.

Ce que nous voulons surtout savoir, c'est, étant données les variations individuelles des différents éléments de la capacité vitale, quelles sont les limites de ces variations ?

Pour ces examens, nous nous sommes servi du spiromètre à cloche à compensation permanente de G. Boulitte (voir fig. page 19), qui a l'avantage d'être assez sensible pour être utilisé en pratique clinique et d'un maniement facile. Nous avons appliqué les principes suivis par Heucqueville pour ses expériences spirométriques :

- 1° Placer le sujet debout et mi-nu;
- 2° Prendre autant que possible un sujet à jeun, l'abdomen non distendu par les gaz;
- 3° Recommencer les expériences obtenues plusieurs fois.
On observe que les chiffres obtenus augmentent dans les trois premiers examens, pour diminuer du troisième au neuvième; à partir de ce dernier, les résultats fournis par les examens sont à peu près constants;
- 4° Ne pas souffler trop fort dans les appareils, l'expiration doit être modérément soutenue.

La deuxième condition nous a été difficile à réaliser.

Pour la notation de la capacité vitale, nous avons pris non la moyenne, mais toujours le chiffre maximum obtenu.

La quatrième condition, ne pas souffler trop fort dans l'appareil, ne s'applique pas au spiromètre à cloche.

Par contre, nous insisterons sur l'attitude du sujet : on sait, en effet, que, outre le mouvement, l'attitude posturale passive ou active influence aussi les caractères de la respiration en ce qui concerne sa fréquence, son type, et la circulation d'air. C'est ainsi que, pour s'en tenir à un exemple classique, d'après Smith, si l'on représente par 1 le volume de l'air courant en décubitus dorsal, on note :

Décubitus dorsal	1
Station assise	1,18
Lecture	1,26
Station debout	1,33
Marche lente	1,9
Marche rapide	4
Course	7

Aussi avons-nous choisi, pour que les différents individus soient comparables, la position debout immobile.

D'autre part, on a veillé à ce que le sujet demi-nu ne soit aucunement gêné au niveau de la ceinture. Les chiffres publiés à ce sujet sont tout à fait d'accord avec notre expérience personnelle. C'est ainsi que Thooris donne pour 14 sujets examinés dans des conditions vestimentaires diverses les valeurs suivantes pour la capacité vitale :

SUJETS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
En vêtements d'hiver.....	2,43	2,03	3,40	2,90	1,80	1,80	2,90	2,75	2,40	1,50	3,00	2,00	2,50	2,30
En vêtements d'été.....	2,30	2,30	3,25	3,00	2,25	2,90	3,40	3,40	2,30	1,90	3,30	2,50	2,75	2,75
En chemise avec col et cravate.....	2,90	2,75	3,75	3,30	2,60	3,25	3,80	3,60	3	2,25	3,75	2,75	3,45	2,90
Nus.....	3,00	2,80	3,80	3,70	2,70	3,30	4,50	3,75	3,40	2,30	3,80	2,90	3,25	3,00

De plus, nous nous sommes efforcé d'éliminer autant que possible le coefficient de suggestion, qui, plus que partout ailleurs, joue dans la respiration (phénomène vital partiellement volontaire).

Pour aboutir à la concrétisation de notre idée, nous avons cherché à déterminer les différentes valeurs d'une inspiration normale chez des sujets normaux que nous avions à notre disposition, à savoir : capacité vitale, air courant, air de réserve (l'air complémentaire se déduisant rapidement de ces trois valeurs).

L'air résiduel inaccessible à la spirométrie n'a pas été déterminé, et nous nous sommes basé, pour en tenir un compte éventuel, sur les différents résultats des auteurs et sur la thèse de Boiet, faite dans le laboratoire de Gréhan.

Nous n'avons pas cru devoir nous servir pour nos expérimentations du masque de Tissot à soupape, les temps de la respiration pouvant être facilement enregistrés par un œil suffisamment exercé à une telle expérimentation.

Nous nous sommes appliqué à faire respirer le sujet le plus normalement possible « sans forcer »; à cette fin, nous faisions tourner le dos au sujet, qui, ne voyant pas manœuvrer l'appareil, n'était soumis à aucune influence psychique.

DEFINITIONS

Rappelons qu'au point de vue de la ventilation, c'est-à-dire du renouvellement de l'air, l'appareil thoraco-pulmonaire peut être comparé à un soufflet (Jolyet et Viault) muni d'un seul orifice sans clapet (pl. I, fig. 4); on l'a aussi comparé à un piston.

Le soufflet pulmonaire peut s'ouvrir (donc se remplir) plus ou moins, mais il ne peut jamais se fermer (donc se vider) complètement.

Les mouvements d'ouverture réalisant un appel d'air constituent l'inspiration; les mouvements de fermeture chassant l'air au dehors constituent l'expiration.

Ces mouvements se produisent avec une certaine fréquence, sans intervention de la volonté, et même, en dépit de son intervention, si celle-ci prétend les suspendre au-delà d'un très court délai.

Mais la volonté peut en modifier, dans une fort large mesure, la fréquence et le rythme, l'amplitude et les autres caractères.

On appelle :

Capacité vitale (ou d'Hutchinson) : la quantité d'air *maxima* que l'on peut expirer après avoir fait, au préalable, une inspiration *maxima*;

Air résiduel (ou résidu respiratoire) : la quantité d'air qui, après une telle expiration *maxima*, reste encore dans les poumons et ne saurait en sortir que par cessation du « vide pleural ».

Dans les conditions habituelles, les inspirations et expirations sont loin d'être *maxima*; aussi on appelle :

Air courant : la quantité d'air mise en mouvement dans une inspiration ou une expiration ordinaire.

Air de renouvellement (P. Mathieu) : la quantité d'air frais qui pénètre effectivement dans les alvéoles à l'occasion d'une inspiration; cet air est égal à l'air courant, moins la portion de cet air qui ne pénètre que dans la trachée et les bronches et est, par suite, rejetée sans avoir été utilisée, ainsi que l'a montré Gréhan.

Air complémentaire : la quantité d'air inspirée en plus de l'air courant dans une inspiration maxima.

Air de réserve : la quantité d'air expirée en plus de l'air courant dans une expiration maxima.

Capacité totale des poumons : la somme de la capacité vitale et de l'air résiduel.

Capacité pulmonaire de Gréhan : la somme de l'air résiduel et de l'air de réserve, c'est-à-dire la quantité totale d'air qui reste dans les poumons après une expiration ordinaire; quantité dans laquelle l'air inspiré veut se diluer.

Coefficient de ventilation de Gréhan : le rapport de l'air de renouvellement (air frais) à la capacité pulmonaire (air vicié). Ce coefficient représente la ventilation effective.

La valeur moyenne de ces divers éléments est indiquée comme suit par les traités classiques. (Voir tableau ci-après.)

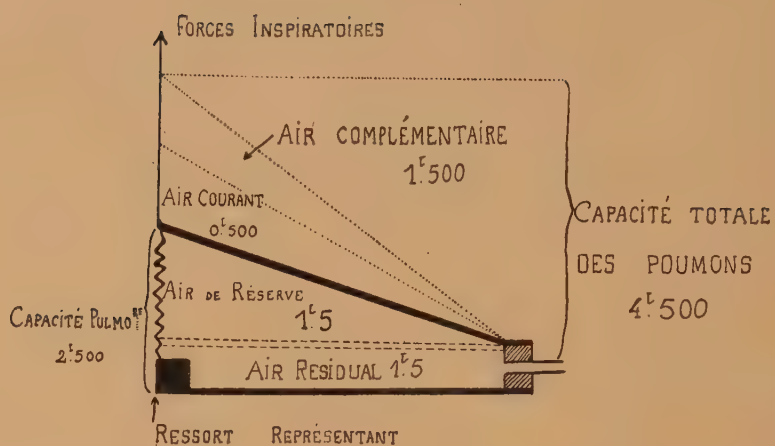
Auteurs	Capacité vitale (a)	Air courant (b)	Air de renouvellement (c)	Air de réserve (d)	Air résiduel (e)	Capacité pulmonaire (f)	Air complémentaire (g)	Coefficient de ventilation (h)	capacité totale (i)
	b+d+g					d + e		$\frac{c}{c+d+e}$	a + e
	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³		cm ³
Beaunis.....	3.770	500	330	1.600	1.200	2.800	1.670	1/10 ^e environ	4.970
Laulanié.....	3.770	500		1.600	1.633	3 253	1.670		5.42
MoratetDoyon	3.770	500		1.600	1 880	3.480	1.670		5 650
Arthus.....	3.700	500		1.600	1.880	3.480	1.600		5.580
Gley.....	3.500	500		1.600	1.000	2.500	1.500		4.500

APPAREILS EMPLOYES ET TECHNIQUE ADOPTÉE

Nous avons commencé nos expérimentations avec le spiromètre de Ch. Verdin. Cet appareil présente quelques avantages : il permet de mesurer d'une façon très précise le volume de l'expiration, c'est-à-dire la capacité thoracique d'un sujet; il est, en outre, totalisateur et permet de mesurer le volume total d'un nombre quelconque de respirations, ce qui facilite les prises de moyennes. Une particularité de ce spiromètre au point de vue pratique, c'est qu'il ne contient aucun liquide et fonctionne sans aucun effort de la part du sujet.

Nous lui avons cependant préféré le spiroscope-spiromètre à cloche à compensation permanente de G. Boulitte, qui se compose (voir *page 19*, fig. 1 et 2) d'une cuve à eau K de section annulaire, avec corps intérieur, de manière à réduire au minimum le volume d'eau nécessaire. Une cloche gazométrique C très légère plonge dans l'eau de la cuve. Cette cloche comporte un flotteur F destiné à faire équilibre au poids de la cloche. La hauteur de l'appareil est calculée de telle sorte que le flotteur *reste toujours immergé*; par conséquent, *sa force ascensionnelle*, faisant équilibre au poids de la cloche, est *absolument constante*. Grâce à cette disposition, la pression nécessaire pour faire mouvoir la cloche est inférieure à 1 millimètre d'eau. Cette sensibilité extrême permet donc de faire des mesures très précises des volumes d'air expiré. Elle permet, en outre, de faire effectuer par des malades une gymnastique respiratoire, ou spirosocopie, sans exiger des poumons un effort risquant de provoquer l'emphysème.

La lecture des volumes se fait sur une échelle graduée portée par la cloche, dont le volume total est de 6 litres.



L'ELASTICITÉ THORACO PULMONAIRE

FIG. 1. — Soufflet de Jolyet et Viault.

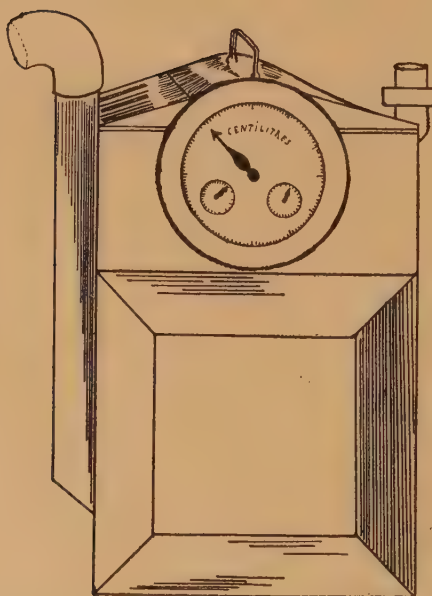
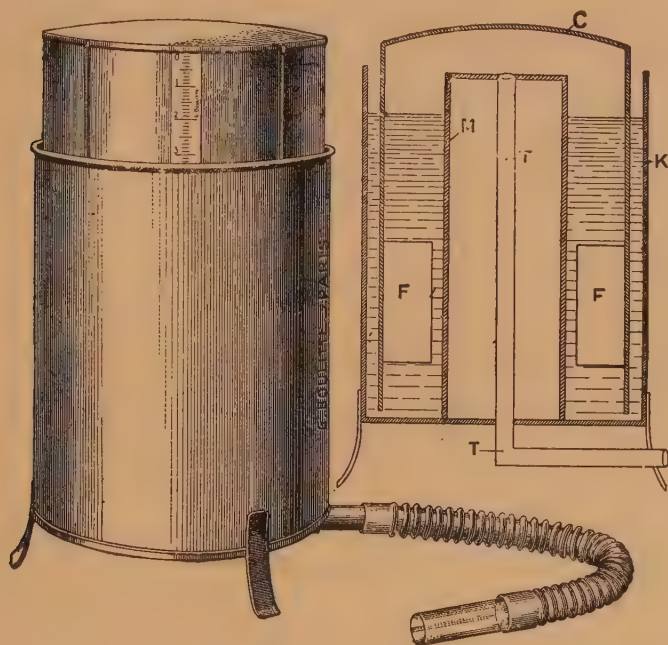


FIG. 2. — Spiromètre à cadran de Ch. Verdin.

Nous avons cependant eu recours pendant nos expérimentations, avec le spiromètre à cloche, au spiromètre premier cité, de Ch. Verdin, pour vérifier le fonctionnement des appareils et contrôler certains points de notre technique.

On sait qu'une gêne respiratoire, même minime, est de nature à modifier les caractères de la respiration. Ces pertur-



Spiromètre à cloche de G. Boulitte.

bations ont été particulièrement bien étudiées récemment par Dautrebande (Soc. de biol., 5 juin 1924), qui a insisté sur l'influence d'un obstacle minime, constitué par un léger voile de coton interposé sur le trajet de l'air.

Aussi nous sommes-nous attaché à opérer toujours dans des conditions identiques et pouvant être appliquées telles quelles en pratique courante. Toutes nos mensurations ont été faites dans des locaux où la température n'a varié qu'entre des limites étroites, ce qui élimine une variable importante.

Cette méthode ne donnant que des valeurs d'air expiré exige, pour la détermination de l'air en réserve, une technique minutieuse. En effet, celui-ci ne peut se déterminer qu'indirectement : d'une part, on cherche la valeur de l'air courant (respiration ordinaire); d'autre part, la valeur de l'air courant + air de réserve (expiration maxima provoquée après une inspiration ordinaire):

Après avoir placé le sujet, l'esprit distant autant que possible de ses actes respiratoires, nous le laissons s'accoutumer à la gêne inévitable du début. Au bout d'un temps variable suivant les sujets, la respiration se régularisait; à ce moment, une lecture à chaque expiration sur le spiromètre nous donnait la valeur de l'air courant. En réalité, nous observions un minimum de trois séries de dix mouvements sans que le sujet, qui tournait le dos à l'appareil, sût jamais le début et la fin de ces séries.

Obligé de pratiquer les différentes opérations ultérieures successivement, et non simultanément, nous expliquions au sujet ce qu'il devait faire : à savoir, quand nous lui commandions « à fond », de pousser à fond l'expiration déjà commencée, sans nouvelle inspiration.

Bien entendu, le fait de cette explication amenait une variation respiratoire relevant de l'autosuggestion de l'individu, qui, sentant un « à fond » imminent, avait tendance à modifier son inspiration, soit en plus, soit en moins, pour se préparer à l'expiration forcée; c'était alors qu'il nous fallait porter une grande attention et ne faire le commandement qu'après avoir constaté sur la graduation du spiromètre que les inspirations ou les expirations étaient de grandeurs analogues à celles des inspirations ou expirations qui avaient servi à la détermination de l'air courant, lui-même facile à soustraire du fait de la non-participation active du sujet à l'expérience, aux influences psychiques. En somme, il s'agit de surprendre le sujet après une inspiration ordinaire, alors que déjà l'expiration est commencée.

Nous déterminions cette valeur (air courant + air de réserve) huit fois au moins, avec des intervalles de pauses, pendant lesquelles le sujet avait le temps de revenir à une respiration calme, contrôlée par des séries de douze mensurations de l'air courant expiré, pratiquées, elles aussi, à l'insu du sujet (nous appelons *air courant de contrôle* le résultat de ces mensurations). Nous le surprenions alors par des « à fond », qui éliminaient la préparation inspiratoire.

Quant à la capacité vitale, nous la déterminions la dernière par une inspiration maxima suivie d'une expiration maxima, parce que la ventilation intense et anormale que cette manœuvre provoque modifie considérablement et pendant assez longtemps les actes respiratoires spontanés ultérieurs, par le double mécanisme des modifications consécutives de l'hématose et par l'excitation portée sur les extrémités viscérales des éléments nerveux, assurant, par le pneumogastrique, la sensibilité pulmonaire.

De même que l'air complémentaire s'obtient, comme nous l'avons déjà indiqué, par différence entre les résultats de deux mensurations distinctes, capacité vitale et somme : air courant + air de réserve, de même la valeur de l'air de réserve est donnée par la différence entre cette somme : air courant + air de réserve et la valeur de l'air courant précédemment déterminée.

Nos examens ont été pratiqués sur des étudiants au Laboratoire de l'Institut d'éducation physique de l'Université de Bordeaux, ainsi que sur les enfants de l'Ecole primaire Caze-major, garçons et filles, avec l'appui de Mme Baron, directrice, et de M. Matras, directeur, qui ont dès l'abord compris tout l'intérêt d'un tel contrôle pour leurs élèves (1).

Ces examens ont porté sur 110 sujets de 9 à 26 ans.

Sans pratiquer nous-même d'examen clinique approfondi, nous avons pris note de nos constatations et des renseigne-

(1) Nous tenons à remercier Mme Baron, directrice, et M. Matras, directeur, de l'amabilité avec laquelle ils nous ont reçu et nous ont facilité la tâche.

ments qui nous étaient fournis, pour chaque sujet, sur leur passé et leur présent pathologiques, d'après leur carnet d'inspection médicale.

Nous avons tenu compte du poids et de la taille, en laissant de côté l'indice de Pignet, qui n'offre aucune valeur dans ce travail.

Nous donnons à titre d'exemple et pour bien faire comprendre la technique suivie trois de nos observations-types complètes :

OBSERVATIONS

I. — OBSERVATION-TYPE ADULTE.

M. T..., étudiant. Poids, 72 kilos; taille, 1 m. 73; âge, 21 ans.

Périmètres thoraciques (pris à la base de l'appendice xyphoïde) :

Inspiration calme, 88 cm.; inspiration forcée, 97 cm.

Expiration forcée, 83 cm.

Indice de Pignet : $173 - (72 + 88) = 13$.

Observation du 17 mai 1934 :

Bonne santé apparente.

Rien à signaler dans les antécédents héréditaires et personnels.

Nombre de respirations par minute : 28.

Température de la pièce d'expérimentation : 12 degrés.

Air de réserve	Air courant	Air complémentaire
0,740	0,850	Capacité vitale..... 4 ^l 540
0,630	0,840	
0,760	0,790	Air courant... 0,846
0,610	0,860	Air de réserve.. 0,708
0,680	0,870	
0,700	0,840	Air complémentaire... 2 ^l 986
0,750	0,850	
0,770	0,900	
5,670	6,770	
070	37	
	50	
	2	
	8	
	0,846	

Capacité vitale

4,25
4,84
4,30
4,70
4,65
22,74
27
24
4
5
4,540

Inspiration calme, 64 cm.; inspiration forcée, 66 cm.

Expiration forcée, 62 cm.

Indice de Pignet, 9.

Observation du 17 mai 1935 :

Bonne santé apparente.

Rien à signaler dans les antécédents héréditaires et personnels.

Nombre de respirations par minute :

Température de la pièce d'expérimentation : 15 degrés.

Air de réserve	Air courant	Air complémentaire
0,425	0,410	Capacité vitale 2' 390
0,530	0,520	
0,620	0,540	Air courant... 0,521
0,700	0,530	Air de réserve.. 0,645
0,680	0,580	} 1' 166
0,750	0,480	
0,720	0,600	Air complémentaire... 1' 224
0,720	0,510	
5,465	8	4,170
36	0,643	17
45		10
5		2

Capacité vitale

2,20
2,60
3,10
2,05
2,00
11,95
19
45
0

5
2,39

FAITS PERSONNELS

Résultats et Etude critique.

Nous avons établi trois tableaux; dans chacun de ceux-ci nous avons choisi des sujets sensiblement du même âge. Dans le premier, nous nous sommes adressé à des étudiants; le second et le troisième représentent les valeurs des éléments de la capacité vitale des enfants (garçons et filles), sensiblement du même âge, d'une école primaire.

(Voir tableau ci-après.)

TABLEAU I

Ordre numé- rique	Noms	Age	Taille	Poids	Air de réserve	Air courant	Air complé- men- taire	Capacité vitale
1	J. G.	23	1,64	67	0,310	0,500	1,400	2,70
2	R. M.	21	1,63	63	1,079	0,660	2,030	3,76
3	P. C.	22	1,66	89	1,031	0,675	1,810	3,53
4	M. T.	23	1,73	72	1,188	0,812	3,340	5,24
5	C. L.	24	1,63	69	0,766	0,816	1,630	3,23
6	J. B.	23	1,74	77	1,115	0,697	2,600	4,31
7	R. G.	26	1,70	69	0,788	0,823	1,830	3,46
8	R. V.	24	1,60	68	0,710	0,757	1,250	2,71
9	P. B.	26	1,70	71	0,750	0,896	1,450	3,09
10	M. S.	22	1,74	69	1,061	1,035	2,410	4,50
11	J. A.	23	1,76	74	0,707	0,845	0,990	2,54
12	M. M.	24	1,63	63	1,073	0,812	1,400	3,28
13	W. P.	21	1,55	58	0,687	0,536	1,110	2,33
14	A. C.	23	1,72	67	0,433	0,717	3,800	4,97
15	P. D.	24	1,75	70	1,587	0,595	1,350	3,53
16	J. R.	21	1,69	63	0,891	0,413	2,010	3,01
17	L. C.	27	1,60	75	1,875	0,711	1,340	2,92
18	J. G.	23	1,68	70	1,787	0,698	1,900	4,38
19	L. D.	23	1,75	79	0,800	1,970	1,200	3,97
20	R. B.	22	1,75	78	0,950	0,700	1,050	2,70

TABLEAU II

Ordre numé- rique	Noms	Age	Taille	Poids	Air de réserve	Air courant	Air complé- men- taire	Capacité vitale
1	R.	12	1,30	32	0,600	0,525	1,075	2,20
2	S.	12	1,35	35	0,480	0,562	0,688	1,70
3	P.	11	1,24	31	0,400	0,793	0,407	1,70
4	H.	12	1,25	37	0,500	0,343	1,607	2,45
5	L.	10	1,35	33	0,300	0,618	0,982	1,90
6	S.	13	1,35	37	0,250	0,575	0,525	1,35
7	V.	11	1,25	30	0,275	0,762	0,338	1,37
8	M.	11	1,28	31	0,500	0,516	1,034	2,05
9	G.	10	1,35	34	0,800	0,612	1,188	2,60
10	S.	13	1,45	32	0,350	0,831	1,169	2,35
11	B.	13	1,35	30	0,400	0,531	0,569	1,50
12	F.	11	1,25	30	0,540	0,650	0,800	1,99
13	L.	12	1,30	32	0,600	1,050	0,850	2,50
14	M.	13	1,50	42	0,650	0,981	1,019	2,65
15	P.	12	1,25	25	0,350	0,416	1,100	1,86
16	G.	12	1,32	32	0,250	0,903	0,897	2,05
17	O.	13	1,49	44	0,420	0,460	0,840	1,72
18	S.	11	1,28	32	0,450	0,810	0,540	1,80
19	M.	13	1,35	39	0,650	0,750	0,200	1,60
20	S.	12	1,25	36	0,200	0,556	0,594	1,35
21	A.	11	1,20	28	0,350	0,487	0,813	1,65
22	P.	10	1,22	26	0,200	0,293	0,712	1,20
23	M.	10	1,20	24	0,250	0,240	0,960	1,45
24	P.	10	1,25	30	0,340	0,332	0,778	1,44
25	P.	11	1,24	31	0,500	0,356	0,744	1,60
26	C.	11	1,20	29	0,600	0,541	0,659	1,80
27	S.	13	1,30	35	0,300	0,197	0,753	1,25
28	J.	12	1,35	42	0,480	0,578	0,422	1,45
29	V.	11	1,30	35	0,500	0,331	0,669	1,50
30	S.	10	1,35	34	0,600	0,512	1,088	2,20
31	P.	13	1,20	37	0,500	0,400	0,800	1,70
32	D.	10	1,30	37	0,380	0,486	0,714	1,58
33	C.	10	1,27	30	0,350	0,446	0,605	1,40
34	T.	10	1,26	33	0,200	0,778	0,298	1,27
35	S.	10	1,20	25	0,350	0,200	0,900	1,45
36	H.	8	1,15	25	0,300	0,500	0,550	1,35
37	S.	8	1,10	20	0,250	0,200	0,700	1,15
38	P.	9	1,16	28	0,300	0,387	0,713	1,40
39	G.	9	1,19	25	0,280	0,421	0,729	1,43
40	D.	8	1,20	26	0,350	0,300	0,700	1,35
41	C.	8	1,25	24	0,300	0,278	0,522	1,19
42	C.	10	1,30	25	0,400	0,450	0,650	1,50

TABLEAU III

Ordre numé-rique	Noms	Age	Taille	Poids	Air de réserve	Air courant	Air complé-mentaire	Capacité vitale
1	M.	14	1,39	35	0,443	0,200	1,357	2,00
2	H.	13	1,35	29	0,430	0,390	0,950	1,77
3	M.	13	1,43	36	0,530	0,331	1,600	2,06
4	M.	12	1,31	28	0,400	0,465	1,100	1,96
5	C.	12	1,30	35	0,600	0,219	1,050	1,86
6	P.	11	1,45	30	0,420	0,492	0,758	1,69
7	M.	11,5	1,36	29	0,380	0,250	0,850	1,48
8	G.	11	1,30	26	0,470	0,334	0,970	1,77
9	G.	11	1,37	32	0,590	0,230	1,070	1,89
10	C.	11	1,31	27	0,700	0,290	1,004	1,99
11	V.	10,5	1,20	22	0,210	0,340	0,990	1,54
12	H.	10	1,25	25	0,420	0,258	1,200	1,87
13	L.	12	1,24	27	0,700	0,600	1,150	2,45
14	C.	11	1,25	23	0,350	0,230	0,850	1,43
15	G.	10	1,16	25	0,420	0,650	1,004	1,65
16	R.	10	1,30	27	0,150	0,240	0,990	1,38
17	F.	10	1,25	25	0,700	0,800	0,880	2,38
18	A.	10	1,25	29	0,385	0,250	0,250	0,885
19	G.	10	1,33	27	0,400	0,280	0,750	1,43
20	L.	10	1,20	25	0,490	0,250	0,900	1,64
21	V.	11	1,25	30	0,640	0,480	1,005	2,12
22	T.	10	1,20	26	0,420	0,350	0,983	1,75
23	O.	11	1,24	32	0,620	0,700	1,004	2,32
24	M.	12	1,20	31	0,580	0,470	0,980	2,03
25	S.	11	1,15	23	0,420	0,280	0,340	1,01

En possession de ces tableaux, nous avons jeté un coup d'œil d'ensemble qui nous a amené aux constatations suivantes :

Nous avons remarqué une extrême variabilité de la valeur des airs complémentaires et des airs de réserve chez les individus, comparables au point de vue taille, âge, poids, etc.

Dans le tableau II, nous voyons les numéros 1 et 13, comparables par leur poids, leur taille et leur âge, ayant un air de réserve égal (0 l. 600), mais, par contre, ayant un air complémentaire de 1 l. 075 pour le premier nommé et de 0 l. 850 pour le second, variant donc presque du simple au double. Il est vrai qu'il s'agit d'enfants, mais, si nous nous reportons au tableau des adultes, nous sommes encore plus surpris des résultats trouvés; c'est ainsi que, dans le tableau I (adultes), nous trouvons pour le n° 2 et le n° 12, de même taille et de même poids, des valeurs d'air de réserve sensi-

blement égales (1 l. 079 et 1 l. 073), mais des valeurs d'air complémentaire frès différentes (2 l. 030 pour le premier et 1 l. 400 pour le second). Ces variabilités ne s'appliquent d'ailleurs pas exclusivement à l'air complémentaire et à l'air de réserve; il en est de même de la capacité vitale et de l'air courant; alors que le tableau de Vierardt (*in* Beaunis, 1884) donne pour 1 m. 76 une capacité vitale de 3 l. 842, nous trouvons le sujet n° 11 du tableau I, qui a une capacité vitale de 2 l. 540, encore que Schnepf n'admette pas de rapport entre capacité vitale et la taille, alors que la plupart des auteurs l'admettent.

TABLEAU DE VIERARDT.

Taille en cms.	C. V. en cm ³ .
154,5 à 157	2.635
157 à 159,5	2.841
159,5 à 162	2.982
162 à 164,5	3.167
164,5 à 167	3.287
167 à 169,5	3.484
169,5 à 172	3.560
172 à 174,5	3.634
174,5 à 177	3.842
177 à 179,5	3.844
179,5 à 182	4.034
182	4.454

En se basant sur l'âge, la statistique prévoit, pour le n° 2 du tableau I, âgé de 21 ans, une capacité vitale de 3 l. 287, alors que nous enregistrons une capacité vitale de 3 l. 760; et pour le n° 17 du même tableau, âgé de 27 ans, Heucqueville prétend que sa capacité vitale, d'après le tableau ci-joint, doit être égale à 3 l. 530, alors que nous trouvons 2 l. 920.

INFLUENCE DE L'ÂGE SUR LA CAPACITÉ VITALE
(tableau d'HEUCQUEVILLE). •

	C. V. en cm ³
3 à 4 ans	400-500
5 ans	800-1.000
8 à 10 ans	1.357
10 à 12 ans	1.760
12 à 14 ans	1.820
15 ans	2.544
16 ans	2.777
17 ans	3.400
18 ans	3.524
19 ans	3.985
20 ans	3.623
21 ans	3.681
30 ans	3.530
40 ans	3.500
55 ans	2.862
60 ans	2.816

On admet que la capacité vitale augmente jusque vers la 24^e année; cependant les auteurs ne sont pas d'accord sur la valeur maximum qu'atteint à cet âge cette capacité. C'est ainsi qu'Hutchinson l'évalue à 3 l. 613 et que Schnepf admet le chiffre de 2 l. 623.

Wuitrich nous semble beaucoup plus logique en considérant la capacité vitale comme étant fonction de l'âge et de la taille.

Nous nous sommes convaincu ainsi tout de suite de la signification limitée, au point de vue pratique, de tous ces tableaux de moyennes, ne tenant compte que d'un seul élément de la ventilation, et qui n'ont que la valeur très approchée de statistiques dont les résultats dépendent du nombre et de la qualité des résultats accumulés. En réalité la capacité vitale doit être comparée au poids du sujet (Demeny).

Nous avons établi des moyennes des divers éléments de la capacité vitale chez les adultes et chez les enfants ayant, dans chaque catégorie, le même âge, la même taille, le même poids (voir tableaux I et II, p. 22), et nous avons trouvé :

Adultes :

Air complémentaire	2 l. 001
Air courant	0 l. 607
Air de réserve	1 l. 002
Capacité vitale	3 l. 610

Enfants :

Air complémentaire	0 l. 807
Air courant	0 l. 606
Air de réserve	0 l. 388
Capacité vitale	1 l. 801

Alors que Gley donne pour l'adulte :

Air complémentaire	1 l. 500
Air courant	0 l. 500
Air de réserve	1 l. 500
Capacité vitale	3 l. 500

Il suffit de confronter le premier tableau, dû à nos observations personnelles, et le tableau de Gley pour voir que si notre moyenne de capacité vitale n'est pas trop différente de la sienne, en revanche, les moyennes de l'air complémentaire et de l'air de réserve sont très nettement différentes. La valeur de la capacité vitale n'a du reste pas, au point de vue pratique, l'importance qu'on a bien voulu lui donner : on sait actuellement que nombre d'insuffisants respiratoires ont une capacité vitale normale. Dans ces conditions, comment pourrait-on prétendre à se rendre compte des déficiences respiratoires avec le criterium de base actuel, car, dans les « fiches

physiologiques » employées dans l'armée ou prévues au règlement général d'éducation physique, l'indication « spirométrie » est suivie invariablement de la mention « capacité vitale ». On s'est trop attaché jusqu'à ces dernières années à la capacité vitale proprement dite, et l'on a trop délaissé les divers éléments qui entrent dans sa composition. Certes, depuis de nombreuses années, on a trop tendance à délaisser la pratique de la spirométrie, car elle peut nous révéler pratiquement des éléments d'appréciation pour juger de la valeur d'une respiration.

Moyennes des divers éléments de la capacité vitale chez 10 adultes du même âge, de même taille et de même poids.

CAPACITÉ VITALE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Moyenn										
Air courant.....	0.607	0.660	0.675	0.587	1.350	0.845	0.536	0.747	0.595	0.413	0.698
Air de réserve.....	1.002	1.079	1.059	1.115	1.061	0.707	0.687	0.455	1.587	0.594	1.787
Air complémentaire...	2.001	2.030	1.810	2.600	2.410	0.990	1.110	3.800	1.350	2.010	1.900

Moyennes des divers éléments de la capacité vitale chez 10 enfants du même âge, de même taille et de même poids.

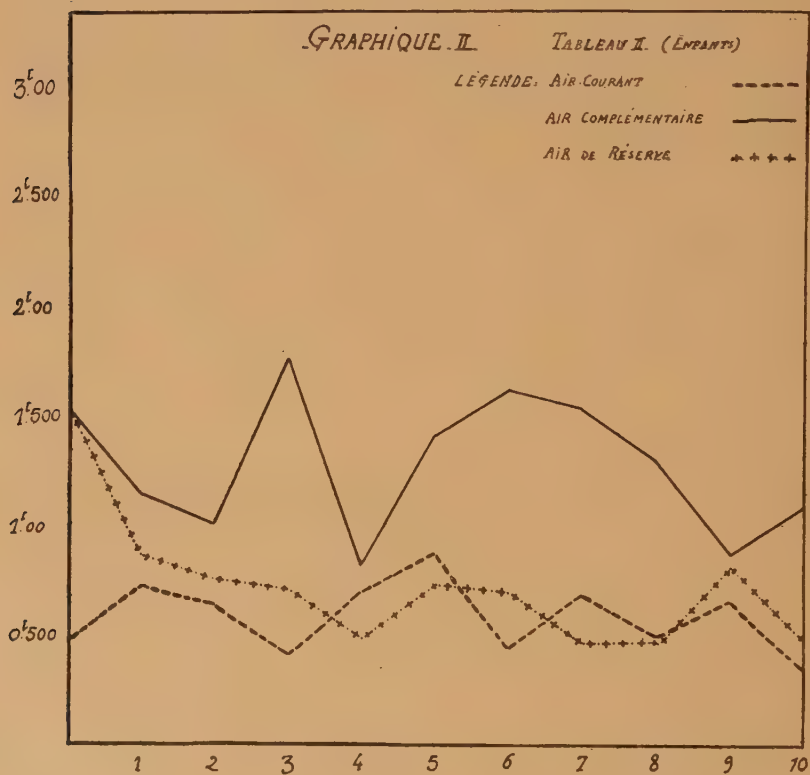
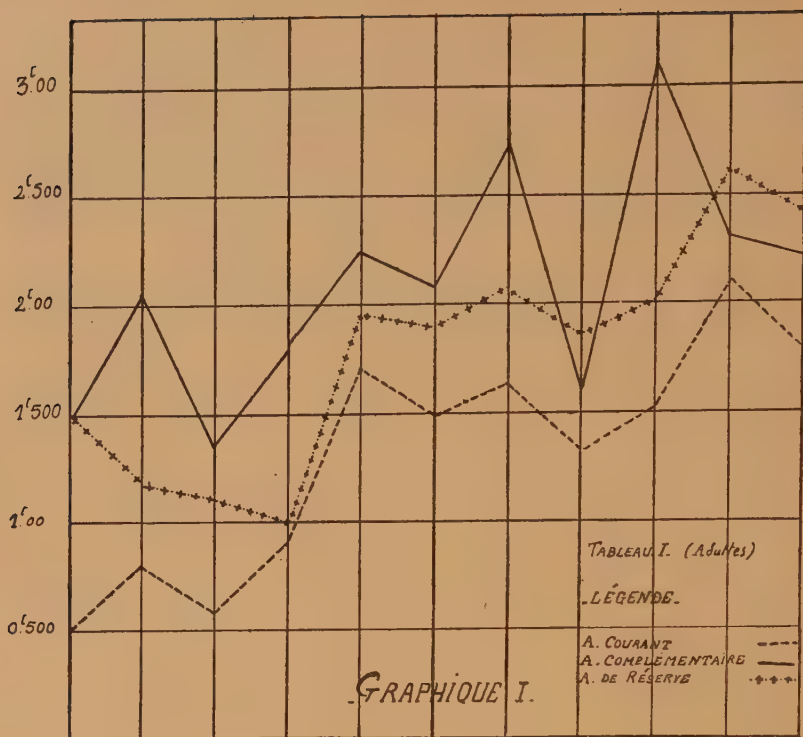
CAPACITÉ VITALE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Moyenne										
Air courant.....	0.605	0.525	0.562	0.343	1.050	0.762	0.416	0.903	0.556	0.57	0.380
Air de réserve.....	0.388	0.600	0.450	0.500	0.600	0.275	0.350	0.250	0.200	0.450	0.210
Air complémentaire...	0.807	1.075	0.683	0.338	0.850	1.607	1.100	0.897	0.594	0.422	0.500

Strohl écrit, en 1919 : « La capacité vitale ne nous renseigne que sur le volume d'air maximum qu'un individu pourrait utiliser en faisant à tout instant des inspirations et des expirations forcées. L'air courant, par contre, nous dit ce qu'il utilise réellement, et le rapport air courant sur capacité vitale est l'indice du plus ou moins grand degré de perfection avec lequel il utilise sa capacité vitale, c'est-à-dire respire à l'état normal. » Et l'auteur de conclure : « Quoi

qu'il en soit, il ressort de nos expériences que la mesure de la capacité vitale seule est absolument insuffisante pour nous donner une indication utile sur la ventilation pulmonaire normale qui, seule, règle les échanges gazeux. »

Le rapport de l'air courant à la capacité vitale, ou indice de Strolh, nous renseigne sur la *fraction* de la capacité vitale utilisée en respiration courante, et c'est une notion très importante à retenir. Les grandes capacités vitales s'observent chez les sportifs, qui doivent avoir une grande capacité thoracique (nageurs, sauteurs); il est curieux de constater chez eux une grande discordance entre la capacité vitale et l'air courant.

Il nous a paru intéressant de situer la position des trois éléments de la capacité vitale : à savoir, air courant, air complémentaire, air de réserve, les uns par rapport aux autres, sur des graphiques, afin de voir d'une façon plus claire et plus précise les différences de valeurs parfois considérables de ces divers éléments d'avec leurs valeurs données classiquement dans les traités de physiologie. Pour établir ces graphiques, nous avons fait une sélection de 10 adultes et de 10 enfants sensiblement du même âge, de même poids et de même taille pour chaque catégorie.



CONCLUSIONS

Il résulte de nos recherches expérimentales faites sur de nombreux sujets que, contrairement aux données classiques :

I. — L'air complémentaire et l'air de réserve ont des valeurs extrêmement différentes suivant les sujets.

II. — Les écarts numériques entre ces deux éléments de la capacité vitale sont parfois très importants et varient souvent dans le rapport de 1 à 3.

III. — Alors qu'il est admis que l'air complémentaire équivaut en moyenne à 1 l. 500 chez un adulte de taille et de poids normaux, nous avons trouvé pour des sujets normaux des valeurs d'air complémentaire oscillant entre 2 et 3 litres et parfois atteignant 3 l. 500, comme on peut en juger en se reportant à nos graphiques. Il en est de même pour l'air courant qu'on considère comme égal au tiers de la valeur de l'air complémentaire, soit 0 l. 500; nous avons trouvé pour cet élément des chiffres dépassant souvent 1 litre.

IV. — L'air de réserve, troisième et dernier élément entrant dans la constitution de la capacité vitale, est lui-même soumis à des variations importantes suivant les sujets.

V. — Nous avons remarqué, d'autre part, que la valeur de l'air complémentaire était presque toujours et parfois de beaucoup supérieure à la valeur de l'air de réserve.

Vu : *Le Doyen,*
PIERRE MAURIAC.

VU, BON A IMPRIMER :
Le Président,
C. SIGALAS.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Bordeaux, le 16 juillet 1933.

Le Recteur de l'Académie,
A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

- ACHARD et BINET (Léon). — Examen fonctionnel du poumon. Masson, édit., 1922.
- AMAR (J.). — La courbe de ventilation pulmonaire. *Compte rendu Académie des sciences*, Paris, 1919.
- Les lois scientifiques de l'éducation respiratoire, Paris, 1920.
- Attitude du corps et respiration, *Compte rendu Académie des sciences*, Paris, 1920.
- AMEUILLE. — De l'emphysème pulmonaire. Thèse Paris, 1908.
- AMOROS. — Nouveau manuel complet d'éducation physique, gymnastique et morale. Paris, 1898.
- ARCHONTAKIS. — La diminution du murmure vésiculaire au sommet droit et sa valeur séméiologique. Thèse Paris, 1877.
- ARNOLD. — Ueber die Atmungsgrosse des Menschen. Heidelberg, 1855.
- ARON. — Lungenventilation bei Veränderungen des Atmosphärendruckes. *Arch. von virchow*, 1899.
- ARSONVAL (D'). — Recherches théoriques et expérimentales sur le rôle de l'élasticité du poumon. Thèse Paris, 1877.
- ARTHUS (M.). — Précis de physiologie. Collection Précis médicaux, Masson.
- BARUCH. — La pratique de l'hydrothérapie. Le François, édit.
- BEAU et MAISSIAT. — Les muscles intercostaux. *Archives générales*, 1892-1893.
- BEAUVIS. — Nouveaux éléments de physiologie humaine, 1881.
- BELLIN DU COTEAU. — Les meilleures façons de respirer dans les divers exercices physiques. Congrès intern. d'éducation physique, 20 mars 1923.

- BELOT (J.). — Contribution à l'étude du développement physique de l'enfant (travail du laboratoire de M. le Professeur Sigalas). Thèse Bordeaux, 1913.
- BENTÉJAC. — De la nage sous le rapport de l'hygiène, 1839.
- BÉOGRAVATZ. — Adhérences pleurales. Mort rapide et mort subite. Thèse Nancy, 31 juill. 1924.
- BERNARD (Cl.). — Spiromètre. Académie des sciences, déc. 1856.
- BERT (P.). — Physiologie de la respiration.
— Recherches expérimentales sur l'influence que les modifications de la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Paris, G. Masson, édit., 1874.
- BINET (L.) et BOURGEOIS. — *Presse médicale*, 12 juin 1920.
- BLOCH. — Pneumoscope. *Archives de physiologie*, 1897.
- BOCQUILLON (E.). — Etude expérimentale et comparée de l'action des différentes méthodes d'éducation physique sur le développement corporel. Thèse Paris, 1903.
- BOIET (Ernest). — La capacité pulmonaire et les mesures spirométriques chez les tuberculeux. Thèse Paris, 1905 (« Bonne bibliographie »).
- BOIGEY. — Manuel scientifique d'éducation physique, 1923, Payot, édit.; Congrès national d'éducation physique de Bordeaux, 1923, fasc. I.
- BONNET (de Lyon). — Application du compteur à gaz à la mesure de la respiration, t. XLII, p. 82, et t. XLII, p. 519. Académie des Sciences, 1856.
- BOURGEOIS. — L'apnée volontaire. Thèse Paris, 1919.
- BRECCIA (de Gênes). — Hypocapacité respiratoire des sommets sans manifestations de localisations tuberculeuses. *Presse médicale*, 9 déc. 1918.
- BROSCH. — Die physikalische Functionsprüfung der Atnung und ihre Bedeutung. *Arch. von Vinchow*, 1898.
- BURA (Dr). — De la gymnastique pulmonaire. Paris, 1875.
- CAMINADE. — Du développement thoracique par la gymnastique respiratoire. Thèse Bordeaux, 1897.
- CANONGE. — Education physique. *Gazette des hôpitaux*, 1905.
- CARLET. — Article « respiration » du Dictionnaire de Dechambre.

- CARPENTER. — A comparison of methods for determining the respiratory exchange of man. Wash., 1915; *Carnegie Inst. Wash.*, publ. n° 216.
- CARRIEU. — Quelques mesures du débit respiratoire maximum au moyen du masque manométrique de Pech. *Presse médicale*, 1921.
- CASTAIGNE et PAILLARD. — Gymnastique respiratoire diaphragmatique. *Journ. méd. franç.*, oct. 1920.
- CASTELLOTTI (F.). — Etude clinique sur la capacité fonctionnelle respiratoire dans la tuberculose pulmonaire. Apnée volontaire et capacité vitale; leurs rapports. *Giornale de clinica Medica*, Parme, t. IV, fasc. q., 30 juin 1924.
- CHABRY. — Contribution à l'étude des mouvements des côtes et du sternum. *Journ. anat. et phys.*, juill. 1881.
- CHANCEREL. — Gymnastique médicale. Thèse, 1864.
- CHARLIER (A.). — La capacité pulmonaire chez les sujets sains et chez les sujets tuberculeux. Soc. de biologie, 16 mars 1904.
- CHASSAGNE et DALLY. — Influence de la gymnastique sur le développement. Paris, 1881.
- COLM. — Traité de physiologie comparée, 1854.
- Congrès international d'éducation physique*, Bruxelles, 1905.
- Congrès de physiothérapie* : Liège, 1905; Paris, 1910.
- Congrès national d'éducation physique de Bordeaux*, 24-25-26 sept. 1923 : I. Informations et rapports.
- COUSSOT. — Contribution à l'étude des tracés graphiques de la respiration. *Archives médicales belges*, 1896.
- CREYX. — Quelques éléments de la mécanique respiratoire à l'état normal. *Compte rendu de la Soc. biol.*, Paris, 1920.
- DABAT. — Les sports du soldat. Thèse Lyon, 1903-1904.
- DALLY. — Plan d'une thérapeutique par le mouvement fonctionnel. Thèse inaugurale, 1859, Paris.
- Cinésiologie ou science du mouvement, 1871.
- Sur la régénération physique de l'espèce humaine par la gymnastique rationnelle.
- Bulletin général de thérapeutique, t. 101, éd. 1881.

- DEMENY. — Recherches sur la forme du thorax et le mécanisme de la respiration. *Arch. de physiol. normale et pathol.*, 1889.
- Mécanisme et éducation des mouvements, 1904.
- DESFOSSÉS (M. et Mme). — La gymnastique respiratoire chez les enfants.
- DEMONET. — Capacité vitale. Thèse Lyon, 1903.
- DUCROCQ (G.). — Recherches expérimentales sur l'action physiologique de la respiration d'air comprimé. Paris, Delahaye, 1875.
- *Revue médicale de l'Est*, Nancy, 1876.
- Recherches expérimentales de la respiration physiologique. Thèse Paris, 1875.
- DEJARDIN-BEAUMETZ. — Aérothérapie, dans Dictionnaire thérapeutique.
- DUPONT (Maurice). — Equivalent du poids et de la capacité respiratoire. *Comptes rendus de la Société de biologie*, 27 déc. 1902, p. 1338.
- ETIENNE (R.-P.). — Des types individuels de ventilation pulmonaire apparente. Thèse Nancy, 1925.
- FABIUS. — De spirometro ejusque usu. dissert. Amsterdolami, 1833.
- FABRE (R.) et ESCOLLE (L.). — Détermination indirecte de la capacité vitale chez l'homme. *Comptes rendus de la Société de biologie*, t. CXII, 1933, p. 328.
- FAURE (M.). — L'éducation respiratoire. *Gazette des hôpitaux*, 1910, p. 517.
- FAURE et REYMOND. — L'éducation de la respiration. *Revue de médecine*, 1906.
- FICK. — Les diverses formes de respiration humaine. *Revue générale des sciences*.
- FOISSARD. — Gymnastique des anciens et des modernes, 1897.
- GRÉHANT. — Mesure du volume des poumons de l'homme. *Comptes rendus* (1860) et *Annales des Sciences naturelles*, 1860.
- Perfectionnement du procédé de mesure du volume des poumons par l'hydrogène. Société de biologie, 1887.
- Recherches physiologiques sur la respiration de l'homme. Thèse Paris, 1869.

- GRENIER, DELAGÉMÉRÉ et PARISET. — Bibliothèque thérapeutique. Baillière, 1909; *Physiothérapie*.
- HALDANE et PRIESTLEY. — The regulation of the lung ventilation. *The Journ. of Physiology*, 1905, vol. XXXII.
- HAURIOT et RICHET (Ch.). — Présentation d'un spiromètre. Société de biologie, 1887.
- HECKEL (D^r Francis). — Culture physique et cure d'exercice (myothérapie). Masson, édit., 1913.
- HECHT. — Sur le spiromètre. Thèse Paris, 1849; thèse Strasbourg, 1855.
- HEUCQUEVILLE (VIGNERON D'). — L'acte respiratoire; essai sur la rééducation respiratoire. Bibliographie importante. Thèse Paris, 1910.
- Comment pratiquer l'examen d'un insuffisant respiratoire. *L'Hôpital*, 1919, n° 31.
- Les diverses méthodes de rééducation respiratoire, *L'Hôpital*, 1920, n° 49.
- HUTCHINSON. — On the spirometer. London, 1852.
- Article « Thorax ». In *Encycloped. of anat. and physiol.*, 1852.
- On the capacity of the lungs. *Med. chir. Transactions*, 1848.
- JEUDON (D^r). — Etude sur la pneumatométrie et la pneumatothérapie. Thèse Nancy, 1876-1878.
- JOAL. — Recherches spirométriques dans les affections nasales. *Revue de laryngologie*, 1890.
- JOBELIN. — Etude critique sur les muscles intercostaux. Thèse Strasbourg, 1870.
- KUSS (Albert). — Sport et insuffisance respiratoire. In *Revue d'Education physique et de sport*, 5 févr. 1923.
- KUSS. — Article sur le traitement de la tuberculose pulmonaire.
- Thérapeutique des maladies respiratoires. Bibliothèque Gilbert et Carnot, p. 445.
- KUSTENMEISTER. — Ueber d spirom und respirat. des Schwauger. In *Arch. von vogel*, 1853.
- LASSÈGUE. — Article sur la spirométrie. In *Archives générales de médecine*, 1856.

- LAGARDE. — La gymnastique respiratoire dans le traitement de la tuberculose pulmonaire. Thèse Paris, 1904.
- LABADIE-LAGRAVE. — Aérothérapie. *Gazette hebdomadaire*, 1874.
- LAMOTTE. — Principe d'un pneumographé totaliseur, séparateur et différentiel. Société de biologie, 1908.
- LAULAINE. — Eléments de physiologie, 1903, p. 348.
- LANDOIS. — Traité de pathologie humaine, 1893, p. 226.
- LONGET. — Traité de physiologie, 1861, p. 534.
- MARRET. — Différentes formes de la respiration humaine. *Annales de la Suisse romande*, 1896.
- MORAT et DOYON. — Traité de physiologie, 1900, p. 103.
- MOSSO. — La respiration superflue ou de luxe. *Archives de biologie italienne*, 1886.
- PESCHER. — Posologie et graduation de l'exercice par la méthode spirosopique. *Presse médicale*, 28 sept. 1917, n° 53.
- PICHARD. — Le gymnaste médecin. Contribution à l'étude pneumographique dans la pathologie pulmonaire. Thèse Paris, 1908.
- PLICQUE. — Insuffisance respiratoire chez les tuberculeux au début. *Journal des praticiens*, 1891.
- Présentation du spiromètre de Verdin.* — *Compte rendu de la Société de biologie*, 25 juin 1887, p. 403.
- RAMEAUX. — Des lois suivant lesquelles les dimensions des corps, dans certaines classes d'animaux, déterminent la capacité et les mouvements fonctionnels des poumons et du cœur, mai 1837. Bruxelles, H. Hayez, édit.
- *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1871-72-73-74-75.
- *Deutsche Archiv. für Klinische médecine*, 1872-73-74-75-76.
- RENÉ (A.). — Relations qui existent entre la taille, la capacité vitale, la force d'inspiration et d'expiration, la force musculaire, etc. *Gazette des hôpitaux*, 1880, p. 1202.
- REYMOND. — Gymnastique respiratoire et amplitaire thoracique. *Revue de la Suisse romande*, mai 1896.
- RIEZEL. — Die Athembewegungen. Würzburg, 1873.
- ROGER et BINET. — Recherches sur la physiologie du poumon. *Revue de médecine*, 2 mai 1923.

- ROSENTHAL. — Les applications médicales de la gymnastique respiratoire par l'exercice physiologique de respiration; son rôle dans la lutte antituberculeuse. *Journ. méd. franç.*, n° 9, 1913.
- SCHENEVOGT. — Ueber den paktischen Werth des Spirome ten Journ. de Hènh, 1854.
- SCHNEFF. — Capacité vitale des poumons. Rapports avec les maladies de poitrine, 1858.
- SIMON. — De la quantité d'air expiré chez les divers hommes et de sa mesure à l'aide du spiromètre Giessen, 1848.
- STROHL. — Etude comparative des divers procédés d'exploration de la capacité respiratoire. *Journ. de physiol. et de pathol. gén.*, 1919, n° 2, p. 258, t. XVIII.
- TISSÉ (Dr Philippe). — L'éducation physique et la race. Bibliothèque de philosophie scientifique, 1920, E. Flammarion, édit.
- Du rôle mécano-physiologique des six premières côtes dans le rétrécissement supérieur de la cage thoracique chez les malingres d'origine respiratoire. Communication à la Société médicale de Pau, le 8 mai 1908, in *Bulletin de la Soc. médic. de Pau*, n° 3, mai, juin, juill. 1908, p. 44.
- Le K de la nutrition. *Gazette des hôpitaux civils et militaires*, 18 janv. 1910, n° 7, p. 86; *Revue des jeux scolaires et d'hygiène sociale*, oct., nov., déc. 1909, p. 178, Pau.
- THOORIS. — Méthode de rééducation respiratoire. *Quinzaine thérapeutique*, n° 17, 1911.
- La vie par le Stade 1924. Legrand, édit., Paris.
- TIERCE (Dr). — L'évolution physique de l'enfant et de l'adolescent par la gymnastique et les sports. Paris, Amédée Legrand, éd. 1913.
- TISSOT. — Thèse Paris, 1897.
- TRÈVES. — Modifications respiratoires observées au cours des exercices physiques et vérifiées à l'examen radioscopique. *Vie médicale*, Paris, 1921.
- Contribution à l'étude du rôle du diaphragme dans la respiration. Travail du laboratoire de l'Ecole de Joinville, 1923.

TRUFFIER et LÖWY. — Traitement chirurgical de la tuberculose pulmonaire. *Paris médical*, n° 10, 1914.

VIAULT et JOLYET. — Traité élémentaire de physiologie humaine, 1899, p. 306.

WALDENBURG. — Bestimmung der grosse der Residualluft, etc., C. Cl., 1880.

WEISGERBER. — Indice thoracique. Thèse Paris, n° 528, 1879.

WITZENCHAUSEN. — Mesure de la capacité thoracique. *Münch. Med. Woch.*, 10, 1893.

TABLE DES MATIERES

	Pages
Introduction	11
Définitions	15
Appareils employés et technique adoptée	17
Observations	23
Faits personnels	26
Conclusions	35
Index bibliographique	37

